

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 482 692

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 10953**

(54) Transmission à variation continue à deux modes de fonctionnement.

(51) Classification internationale (Int. Cl³). F 16 H 45/00, 47/00.

(22) Date de dépôt..... 14 mai 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 47 du 20-11-1981.

(71) Déposant : Société anonyme dite : RENAULT VÉHICULES INDUSTRIELS, résidant en France.

(72) Invention de : Robert Michel.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bureau D. A. Casalonga,
8, av. Percier, 75008 Paris.

1.

Transmission à variation continue à deux modes de fonctionnement.

L'invention concerne les transmissions automatiques de gros véhicules, notamment d'autobus.

Actuellement les transmissions automatiques d'autobus font appel à un convertisseur hydrocinétique de couple associé à un ensemble de trains épicycloïdaux réducteurs qui fournissent des rapports étagés par blocage d'éléments, freins ou embrayages. On peut aussi réaliser des variateurs continus dans le domaine de puissance nécessaire à propulser un autobus en utilisant des éléments pompe et moteur hydrostatiques. Cependant, dans la technologie actuelle l'ensemble ne possède pas un très bon rendement et on a recours à un montage dit à dérivation de puissance où une partie de la puissance passe par une voie mécanique à bon rendement (pignonnerie) et l'autre partie par la voie hydraulique qui permet la variation continue. Pour éviter de dimensionner d'une manière exagérée les unités hydrauliques, pour des problèmes de coût et de masse, on divise la plage d'ouverture du variateur en plusieurs modes que l'on réalise par différentes liaisons de la partie mécanique au variateur élémentaire hydrostatique. Cependant, dans le cas d'un autobus, il est difficile de réaliser ces changements de connexion sous couple sans que cela se traduise par une dégradation du confort longitudinal pour les passagers.

Le but de l'invention est d'éliminer les inconvénients précédents et en particulier de réaliser une transmission de bon rendement qui couvre l'étendue de la plage de couple par l'association de deux modes de fonctionnement mais sans qu'il y ait d'opération de connexion à réaliser, tant en phase de traction qu'en ralentissement.

L'invention consiste à monter en série, entre le moteur thermique du véhicule et l'arbre des roues, un convertisseur de couple hydrocinétique, incluant de préférence un embrayage mécanique de transmission directe, et un variateur hydrostatique constitué par un double différentiel ou mécanisme à quatre arbres et à deux degrés de liberté comprenant, en plus

des deux arbres principaux, l'un provenant du convertisseur de couple précédent et l'autre aboutissant aux roues, deux arbres auxiliaires couplés chacun à l'un de deux éléments hydrostatiques à cylindrée variable raccordés hydrauliquement entre eux, le double différentiel étant tel que le blocage du premier desdits arbres auxiliaires conduise à un rapport de démultiplication constant déterminé, enfin un dispositif de régulation qui permet à l'ensemble de fonctionner selon deux modes, dont un mode en convertisseur de couple au cours de laquelle ledit embrayage est débrayé et ledit premier arbre auxiliaire bloqué, et un mode en variateur hydrostatique au cours de laquelle ledit embrayage est embrayé, ledit premier arbre auxiliaire débloqué et lesdites cylindrées variables commandées en sens inverse en fonction de la vitesse de l'arbre des roues.

En particulier ledit blocage du premier arbre auxiliaire est avantageusement obtenu à l'aide d'une roue libre reliant cet arbre à une partie fixe et le libérant automatiquement lors du passage au second mode.

D'autres particularités de l'invention apparaîtront dans la description qui va suivre d'un mode de réalisation et de diverses variantes pris comme exemple et représenté sur le dessin annexé, sur lequel :

la fig. 1 est le schéma synoptique général de la transmission;

la fig. 2 représente schématiquement le variateur hydro-mécanique proprement dit;

la fig. 3 le tracé des courbes de régulation, vitesse et couple, des deux machines hydrostatiques en fonction de la vitesse de l'arbre de sortie;

les fig. 4 et 5 représentent respectivement et schématiquement deux modes particuliers de réalisation, l'un avec un train Ravigneaux et l'autre avec un train Simpson.

Comme représenté sur la fig. 1, entre le moteur thermique 35 10 et l'arbre de sortie 2 entraînant les roues du véhicule, on monte en série un convertisseur de couple 11 du type hydrocinétique, et un variateur hydrostatique 12. Le convertisseur de

couple 11 comporte une pompe 13 qui est reliée à l'arbre de sortie du moteur thermique 10 et qui reçoit de celui-ci un couple C_0 à une vitesse w_0 . Il comprend également une turbine 14 reliée à l'arbre de sortie 1 du convertisseur, ainsi qu'un 5 étage de réaction 15 d'une manière habituelle. En outre, conformément à l'invention, le convertisseur de couple 11 comporte de préférence un embrayage 16 susceptible de relier entre elles la pompe 13 et la turbine 14 de manière à assurer la transmission directe sans glissement entre le moteur thermique et l'arbre de sortie 1. Cet embrayage 16 comporte une 10 commande, par exemple hydraulique.

L'arbre de sortie 1 transmet au variateur 12 un couple C_1 à une vitesse w_1 , qui deviennent à la sortie du variateur, sur l'arbre 2, un couple C_2 à une vitesse w_2 .

15 Durant la phase de fonctionnement en convertisseur de couple, le couple C_0 est multiplié, par le fonctionnement propre du convertisseur de couple, par un facteur qui dépend du rapport des vitesses w_1/w_0 . Dans cette phase naturellement l'embrayage 16 se trouve débrayé et le variateur hydrostatique 20 12 est maintenu à sa démultiplication maximale.

A la fin de cette phase on obtient l'identité des couples C_1 et C_0 ainsi que des vitesses w_1 et w_0 par mise en action de l'embrayage 16. Cela permet au cours de la phase de fonctionnement en variateur hydrostatique d'engager la variation de 25 vitesse uniquement par changement du rapport w_2/w_1 en agissant sur le variateur hydrostatique seulement.

Ce montage permet ainsi de couvrir la plage utile en couple d'un autobus, qui est d'environ d'un rapport de 6, par la juxtaposition de la phase convertisseur de couple avec la 30 phase variateur hydromécanique. Cependant, cette association n'est intéressante que dans la mesure où le variateur hydrostatique 12, qui reçoit dans la phase convertisseur de couple un couple moteur multiplié par le convertisseur, n'est pas dimensionné par ce couple, c'est-à-dire s'il possède un élément mécanique tel que frein ou crabotage qui assure la reprise de ce couple sans le transférer à l'unité hydrostatique. 55

Pour cela et conformément à l'invention, on utilise pour le variateur hydrostatique 12 un double différentiel, encore appelé mécanisme à quatre arbres et à deux degrés de liberté, représenté schématiquement sur la fig. 2, et qui comporte en plus de l'arbre d'entrée 1 et de l'arbre de sortie 2, ayant les sens définis précédemment, deux arbres auxiliaires respectivement 3 et 4, et l'on dispose deux machines hydrostatiques 30 et 40 à cylindrée variable qui sont couplées mécaniquement respectivement aux arbres 3 et 4 du différentiel 17. De plus, ces machines hydrostatiques 30 et 40 sont couplées hydrauliquement entre elles par des canalisations 18. Les arbres 3 et 4 transmettent donc aux machines 30 et 40 respectivement des couples C_3 et C_4 à des vitesses w_3 et w_4 .

Enfin, lesdites cylindrées variables des machines 30 et 40 sont commandées par une régulation en fonction de la vitesse de sortie w_2 . On voit en particulier sur la figure 3 que les vitesses w_3 et w_4 s'annulent respectivement pour des valeurs particulières μ_3 et μ_4 du rapport w_2/w_1 .

On a porté également sur ce graphique les courbes de variation des couples C_3 et C_4 appliqués au mécanisme par les arbres 3 et 4. On voit que le couple C_3 est négatif, c'est-à-dire résistant, tandis que le couple C_4 est positif, c'est-à-dire moteur, et d'autre part, chacun de ces couples transmis par l'une des machines 30 et 40 s'annule lorsque la vitesse de l'autre des machines s'annule, puisqu'à ce moment là le débit d'huile est nul. Cela revient à dire que la courbe C_4 passe par μ_3 et la courbe C_3 par μ_4 comme représenté.

Ce mécanisme est utilisable en phase à variateur dans la plage $w_2/w_1 > \mu_4$, et en phase convertisseur au-dessous de cette valeur.

On voit d'après le graphique de la fig. 3 que dans le régime de w_2/w_1 au-dessous de μ_4 la courbe C_4 ou son prolongement demeure positif tandis que la courbe w_4 devient négative par son prolongement en pointillé. Cela revient à dire que le couple exercé sur l'arbre 4 par la machine 40 reste inchangé tandis que la vitesse de cet arbre s'inverse. On a alors un moyen très simple de réaliser le blocage de l'arbre 4 dans la

phase convertisseur de couple et qui est de monter une roue libre entre cet arbre 4 et une partie fixe du mécanisme. En effet, le sens de rotation inverse et la valeur positive du couple font que dans la zone au-dessous de μ_4 cet arbre est automatiquement bloqué, alors qu'au contraire dès que w_2/w_1 dépasse μ_4 cet arbre se trouve libéré.

Un autre moyen possible d'assurer le couple de retenue sur l'arbre 4 pendant la phase convertisseur est un frein interposé entre le carter et l'arbre 4. Toutefois, ce dispositif se révèle moins intéressant car il nécessite d'effectuer une commande lors du passage à la phase variateur.

Ceci permet de travailler en mode convertisseur de couple pour les valeurs de w_2/w_1 comprises entre 0 et μ_4 , avec un variateur hydromécanique fournissant alors une simple multiplication mécanique de couple produite par le mécanisme à quatre arbres 17 dans lequel l'arbre 4 est bloqué par la roue libre. Lorsque ce mode convertisseur de couple s'achève, de préférence par mise en action de l'embrayage 16, la régulation de l'ensemble du variateur peut déclencher l'engagement du mode variateur par la croissance de la cylindrée de l'élément 30, ce qui met progressivement le circuit hydraulique en pression puis commande une augmentation du rapport w_4/w_3 , et ainsi de w_2/w_1 . Il est à remarquer que ce dernier est obtenu par une dérivation de puissance, comme il apparaît sur le schéma de la fig. 2, c'est-à-dire qu'une partie de la puissance passe par voie hydraulique par les canalisations 18, tandis que la majeure partie de la puissance passe directement de l'arbre 1 à l'arbre 2 par la pignonnerie du double différentiel 17.

Le montage décrit ci-dessus permet d'avoir un dimensionnement réduit des cylindrées de la machine hydraulique moteur ce qui améliore les rendements et diminue les coûts et les masses.

Lorsque le variateur hydromécanique 12 fonctionne en retenue et pour les faibles vitesses $w_2/w_1 < \mu_4$, l'inversion du couple imposé au mécanisme sur l'arbre 4 fait que celui-ci ne tend plus à se bloquer sur sa roue libre mais à dévirer; la retenue est alors prise par l'hydraulique qui reste en pres-

sion. Ceci n'est pas gênant pour la transmission car dans ce cas les couples de retenue obtenus sur l'arbre 1 sont faibles, le convertisseur de couple 11 fonctionnant au freinage en mauvais coupleur, et même si l'on utilise un ralentisseur 5 hydrocinétique, ou toute autre machine hydrostatique, les couples de retenue à imposer sur l'arbre 1 ne sont pas supérieurs aux couples maximum du moteur en traction.

Dans la pratique il existe un très grand nombre de possibilités pour réaliser le mécanisme 17 à quatre arbres et deux degrés de liberté. On peut en particulier utiliser des trains Ravigneaux comme dans l'exemple représenté sur la fig. 4, des trains Simpson comme dans l'exemple représenté sur la fig. 5 ou d'autres montages.

Dans l'exemple de la fig. 4, c'est-à-dire avec le train 15 Ravigneaux, chaque satellite 20 est constitué par trois pignons 21, 22, 24 solidaires entre eux et engrenant le premier 21 avec un planétaire 25 porté par l'arbre 1, le second 22 avec un planétaire 26 porté par l'arbre 2, et le troisième 24 20 avec un planétaire 27 porté par l'arbre 4, tandis que l'ensemble des satellites est porté par une cage porte-satellite 23 porté par l'arbre 3, les trois arbres 1, 2, 3 et 4 étant concentriques et ces deux derniers 3 et 4 étant en liaison avec des arbres parallèles 3' et 4' par l'intermédiaire de 25 couples d'engrenages représentés mais non référencés.

Conformément à l'invention, ces arbres 3' et 4' sont couplés respectivement aux machines hydrostatiques à cylindrées variables 30 et 40 réunies hydrauliquement par les canalisations 18 par l'intermédiaire d'une valve de contrôle hydraulique 19. On voit sur la figure 4 le pont ordinaire à différentiel 9 qui est entraîné par l'arbre de sortie 2 et entraîne 30 à son tour les roues motrices du véhicule.

En outre, l'arbre 4' est réuni par une roue libre 28 à une partie fixe constituée par le carter 29 du train.

Pour permettre la marche arrière, il existe deux possibili-
35 tés. La première est de couper l'arbre d'entrée 1 en deux parties 1 et 1' et d'interposer entre ces deux parties un inverseur 31. Il est alors nécessaire de prévoir un mécanisme

de crabotage 32 interposé entre la roue libre 28 et la partie fixe 29 afin de libérer l'arbre 4' pendant la marche arrière.

Une autre solution serait de placer l'inverseur 31 non plus sur l'arbre 1 mais sur l'arbre 2, comme représenté en 5 trait interrompu sur la fig. 4, ce qui permettrait alors de se dispenser du crabotage 32 mais conduirait par contre à un dimensionnement plus important de l'inverseur étant donné que le couple transmis se trouve multiplié par le train 17.

Dans l'exemple représenté sur la fig. 5, c'est-à-dire 10 avec des trains Simpson, les satellites 33 et 34 ne sont plus solidaires entre eux mais ils sont portés par une cage unique 35 solidaire de l'arbre 2 et ils sont en outre à double engrènement. Les satellites 33 engrènent à la fois dans une couronne 36 portée par l'arbre 1 et autour d'un planétaire 37 15 porté par l'arbre 3. De même les satellites 34 engrènent à la fois autour d'un planétaire 38 porté également par l'arbre 1 et dans une couronne 39 solidaire de l'arbre 4. Comme précédemment, les machines hydrostatiques 30 et 40 sont accouplées par des arbres 3' et 4' reliés respectivement aux arbres 3 et 20 4 par des couples d'engrenage représentés mais non référencés. Là encore l'arbre 4 est réuni par une roue libre 28 au carter fixe 29, directement ou par l'intermédiaire d'un crabotage 32 dans le cas où l'inverseur 31 est disposé sur l'arbre 1 en 25 amont du mécanisme. Comme précédemment ce crabotage 32 est inutile si l'inverseur est placé en aval du mécanisme mais cela entraîne les mêmes remarques. Dans un but de simplification, les éléments de la fig. 5 qui sont identiques à ceux de la fig. 4 n'ont pas été représentés à nouveau.

Dans tous les cas, on voit que la transmission est d'une 30 réalisation relativement simple, d'un fonctionnement automatique sans à-coups, d'un poids relativement réduit et d'un très bon rendement, compte tenu du fait que seule une faible partie de la puissance transite par les machines hydrauliques 30 et 40.

REVENDICATIONS

1. Mécanisme de transmission continue pour un véhicule à moteur tel qu'un autobus comportant en série, entre le moteur (10) et l'arbre (2) de transmission aux roues du véhicule, un convertisseur hydrocinétique de couple (11) et un variateur hydromécanique (12), caractérisé par le fait que ce dernier est constitué par la combinaison d'un double différentiel (17) à quatre arbres (1, 2, 3, 4) et deux degrés de liberté, comportant en plus de l'arbre (1) provenant du convertisseur et de l'arbre (2) de transmission aux roues deux arbres auxiliaires supplémentaires (3, 4), et de deux machines hydrauliques (30, 40) à cylindrées variables qui sont couplées mécaniquement et respectivement à ces deux arbres auxiliaires (3, 4) et couplées hydrauliquement entre elles pour fonctionner en dérivation de puissance, avec en outre une régulation asservissant lesdites cylindrées variables à la vitesse de l'arbre (2) de transmission aux roues de manière que le mécanisme puisse passer d'un premier mode de démarrage sur convertisseur de couple au cours duquel le double différentiel (17) se comporte comme un réducteur à rapport constant par blocage d'un (4) de ses arbres, à un mode de fonctionnement en variateur par modification progressive dans des sens opposés des cylindrées et deux machines hydrauliques (30, 40) au cours duquel le glissement du convertisseur de couple (11) devient négligeable, et inversement.

2. Mécanisme selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit convertisseur de couple (11) comporte un embrayage commandé (16) pour assurer une transmission directe au cours du deuxième mode de fonctionnement.

3. Mécanisme selon une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le changement de mode s'obtient sans action particulière sur les liaisons mécaniques du mécanisme (17) à quatre arbres par l'utilisation d'une simple roue libre (28) susceptible d'immobiliser par rapport à une partie fixe (29) celui (4) des arbres auxiliaires qui transmet au cours du deuxième mode un couple moteur.

4. Mécanisme selon la revendication 3, caractérisé par le fait que ladite roue libre (28) est libérable par un mécanisme de crabotage (32) au cours de l'utilisation de la marche arrière, ce qui permet de réaliser celle-ci à l'aide d'un inverseur (31) situé en amont du double différentiel (17).

5 5. Mécanisme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit double différentiel (17) à quatre arbres et deux degrés de liberté est constitué par des trains Ravigneaux classiques.

10 6. Mécanisme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit double différentiel (17) à quatre arbres et deux degrés de liberté est constitué par des trains Simpson classiques.

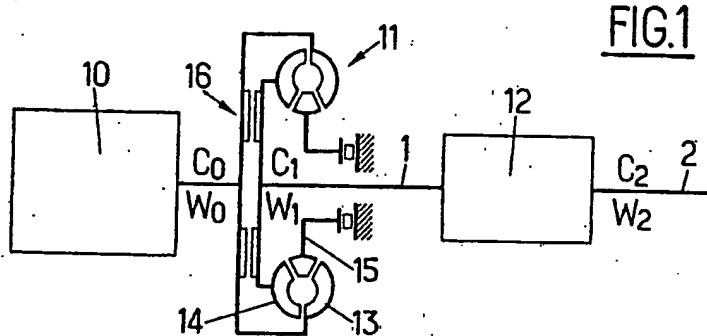


FIG.1

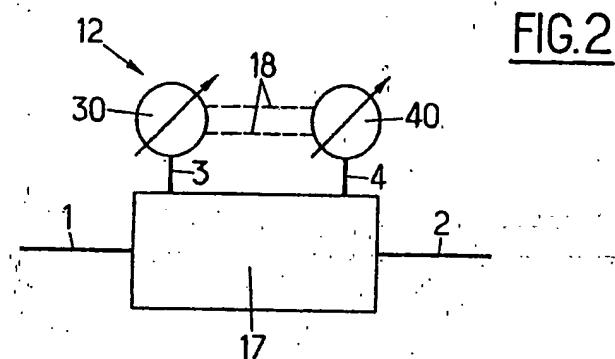


FIG.2

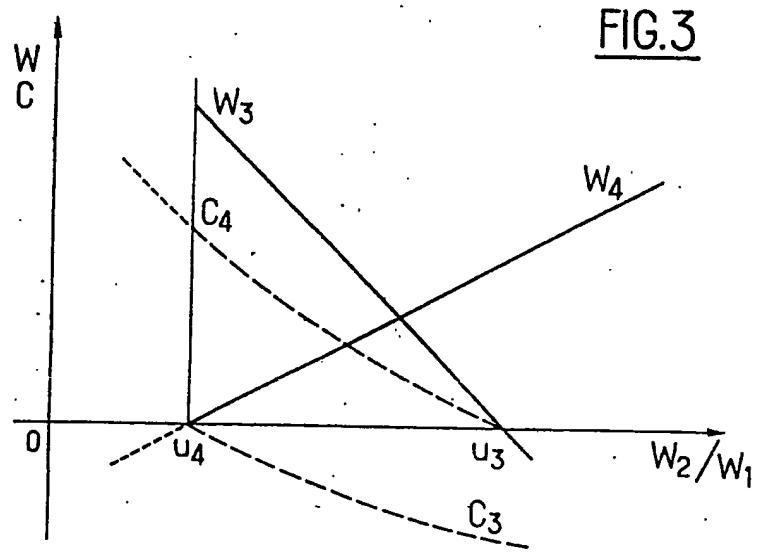


FIG.3

2482692

2/2

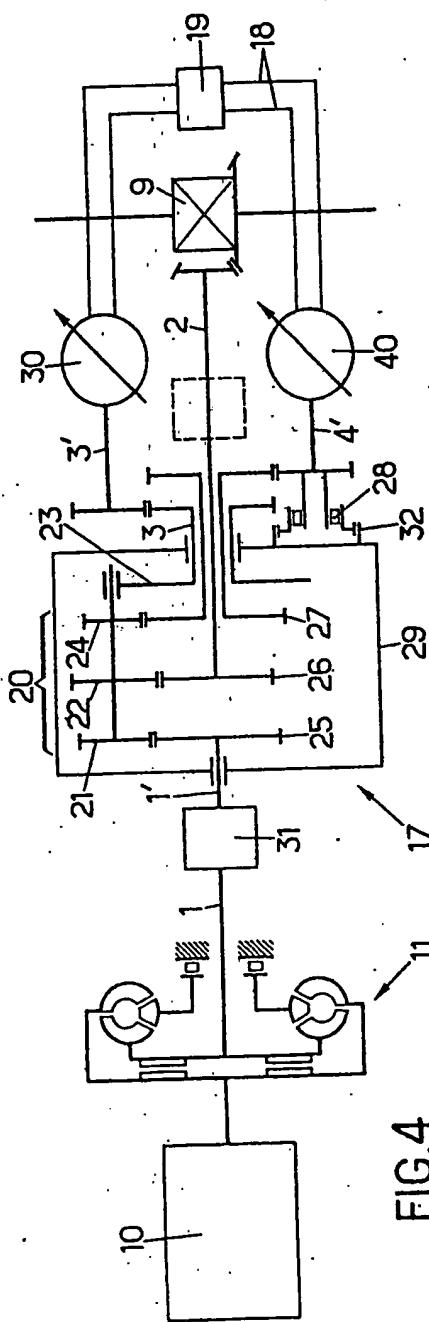


FIG. 4

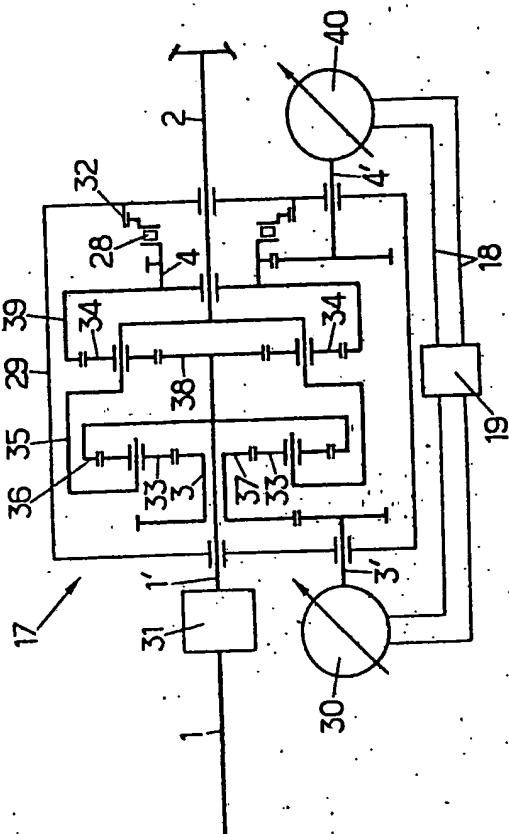


FIG. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.